



TUGAS AKHIR – TF 095565

**DESAIN PENGGERAK PANEL SURYA DUAL AXIS
PADA SMART CLASS ROOM**

**Fiqiyah Ulul Azmi
NRP 105 115 00000 016**

**Dosen Pembimbing I
Dr. Ir. Purwadi Agus Darwito, M.Sc
NIP. 19620822 198803 1 001**

**Dosen Pembimbing II
Murry Raditya, S. T., M. T.
NPP. 1988201711055**

**PROGRAM STUDI D3 TEKNIK INSTRUMENTASI
DEPARTEMEN TEKNIK INSTRUMENTASI
FAKULTAS VOKASI
INSTITUT TEKNOLOGI SEPULUH NOPEMBER
SURABAYA 2018**



TUGAS AKHIR – TF 095565

**DESAIN PENGGERAK PANEL SURYA DUAL AXIS
PADA SMART CLASS ROOM**

**Fiqiyah Ulul Azmi
NRP 105 115 00000 016**

**Dosen Pembimbing I
Dr. Ir. Purwadi Agus Darwito, M.Sc
NIP. 19620822 198803 1 001**

**Dosen Pembimbing II
Murry Raditya, S. T., M. T.
NPP. 1988201711055**

**PROGRAM STUDI D3 TEKNIK INSTRUMENTASI
DEPARTEMEN TEKNIK INSTRUMENTASI
FAKULTAS VOKASI
INSTITUT TEKNOLOGI SEPULUH NOPEMBER
SURABAYA 2018**



FINAL PROJECT - TF 095565

***DESIGN OF DUAL AXIS SOLAR PANEL DRIVE ON SMART
CLASS ROOM***

Fiqiyah Ulul Azmi
NRP 105 115 00000 016

Supervisor I
Dr. Ir. Purwadi Agus Darwito, M.Sc
NIP. 19620822 198803 1 001

Supervisor II
Murry Raditya, S. T., M. T
NPP. 1988201711055

***D3 INSTRUMENTATION ENGINEERING
DEPARTMENT OF INSTRUMENTATION ENGINEERING
FACULTY OF VOCATION
INSTITUT TEKNOLOGI SEPULUH NOPEMBER
SURABAYA
2018***

**DESAIN PENGGERAK PANEL SURYA DUAL AXIS
PADA SMART CLASS ROOM**

TUGAS AKHIR

Oleh:

**Fiqiyah Ulul Azmi
NRP 105 115 00000 016**

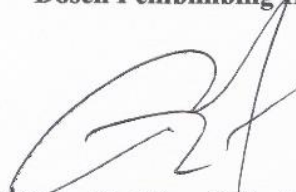
**Surabaya, 28 Juni 2018
Mengetahui dan Menyetujui,**

Dosen Pembimbing I,

Dosen Pembimbing II,



**Dr. Ir. Purwadi Agus Darwito, M.Sc
NIP. 19620822 198803 1 001**



**Murry Raditya, S. T., M. T
NPP. 1988201711055**

Ketua Departemen Teknik Instrumentasi,



**Dr. Ir. Purwadi Agus Darwito, M.Sc
NIP. 19620822 198803 1 001**

**DESAIN PENGGERAK PANEL SURYA DUAL AXIS
PADA SMART CLASS ROOM**

TUGAS AKHIR

Diajukan Untuk Memenuhi Salah Satu Syarat Memperoleh Gelar
Ahli Madya
Pada Program Studi D3 Teknik Instrumentasi
Departemen Teknik Instrumentasi
Fakultas Vokasi
Institut Teknologi Sepuluh Nopember

Oleh:

**Fiqiyah Ulul Azmi
NRP 105 115 00000 016**

Disetujui oleh Tim Penguji Tugas Akhir :

1. Dr. Ir. Purwadi Agus Darwito, M.Sc. (Dosen Pembimbing I)
2. Murry Raditya, S. T., M. T. (Dosen Pembimbing II)
3. Ir. Tutug Dhanardono, M. T. (Dosen Penguji)

**SURABAYA
JULI 2018**

DESAIN PENGGERAK PANEL SURYA DUAL AXIS PADA SMART CLASS ROOM

Nama : Fiqiyah Ulul Azmi
NRP : 10511500000016
Jurusan : D3 Teknik Instrumentasi, ITS Surabaya
Pembimbing : Dr. Ir. Purwadi Agus Darwito, M.Sc
Murry Raditya, S. T., M. T

Abstrak

Telah dilakukan perancangan desain penggerak panel surya dua axis pada smart class room dengan menggunakan dua motor. yang di desain menggunakan aplikasi Sketch up Pro yang memiliki ukuran p.l.t 130x103x160cm yang dapat bergerak sesuai arah gerak matahari.

Penggerak panel surya dual axis ini memerlukan kerangka yang kuat agar alat dapat berjalan sesuai dengan yang diinginkan, yaitu dapat bergerak mengikuti arah gerak matahari. sehingga perlu dilakukan perhitungan gaya pada kerangka agar menghindari kerangka mesin yang patah atau bengkok. Pada kerangka ini didapatkan nilai minimal jari-jari as penyangga sebesar $0,817 \cdot 10^{-5}$. Selain itu juga dibutuhkan rasio pada sprocket untuk menurunkan kecepatan putar dari motor. Rasio yang digunakan yaitu 1:2 untuk motor, dan untuk gearbox yaitu 1:60

Perancangan ini menghasilkan penggerak panel surya dual axis yang dapat bergerak sesuai dengan gerak matahari

Kata kunci: Panel Surya, gearbox, rasio.

DESIGN OF DUAL AXIS SOLAR PANEL DRIVE ON SMART CLASS ROOM

Name : Fiqiyah Ulul Azmi
NRP : 10511500000016
Departement : *Diploma of Instrumentation Engineering, ITS
Surabaya*
Supervisor : **Dr. Ir. Purwadi Agus Darwito, M.Sc**
Murry Raditya, S. T., M. T

Abstract

The design of two axis solar panel drives has been designed in the smart class room using two motors. which is designed using the Sketch up Pro application that has a size of 130x103x160cm p.l.t which can move in the direction of the motion of the sun. This dual axis solar panel drive requires a strong frame so that the tool can run in accordance with the desired, which can move following the direction of the motion of the sun. so it is necessary to calculate the force on the frame in order to avoid the fracture of the machine fracture or bengkong. In this framework obtained a minimum value of the radius of a buffer as big as 0.817. . It also required a ratio on the sprocket to decrease the rotational speed of the motor. Rasioyang used is 1: 2 for the motor, and for the gearbox is 1:60 This design produces dual axis solar panels that can move in accordance with the motion of the sun

KATA PENGANTAR

Dengan menyebut nama Allah SWT yang Maha Pengasih lagi Maha Penyayang, penulis mengucapkan puji syukur atas limpahan rahmat dan hidayah-Nya, sehingga dapat menyelesaikan laporan Tugas Akhir yang berjudul Desain Penggerak Panel Surya Dual Axis pada *Smart Classroom*.

Laporan Tugas Akhir ini dapat diselesaikan dengan maksimal dan mendapatkan bantuan dari berbagai pihak sehingga dapat memperlancar pembuatan laporan Tugas Akhir ini. Oleh karena itu, penulis mengucapkan terima kasih kepada:

1. Dr. Ir. Purwadi Agus Darwito, M.Sc dan Murry Raditya S. T, M. T. selaku dosen pembimbing yang telah senantiasa membimbing dan mengarahkan penulis.
2. Bapak dan Ibu dosen Departement Teknik Instrumentasi yang telah mendidik selama perkuliahan.
3. Dr. Dhany Arifianto, S. T., M. Eng, sosok inspiratif yang telah memberikan banyak ilmu dan bantuan kepada penulis.
4. Mama dan Ayah yang selalu mendoakan penulis setiap saat. Memberikan dukungan baik moral maupun materiil yang menguatkan penulis.
5. Saudara (Mas Alung, Mbak Linda, Mbak Gita, Mbak Putri, Mas Aan, dan Mas Reza) serta keponakan Anti yang memberikan dukungan selama mengerjakan tugas akhir.
6. M. Iqbal Tawakkal Dewanto yang selalu memberikan semangat dan menemani penulis disaat sudah dan senang.
7. Tim Panel Surya (Hesty, Ergi, Kevin, dan Reza) yang selalu menguatkan dan membantu penulis dalam mengerjakan tugas akhir.
8. Mas Khafid, Vicky Driantama, Ferril Pamungkas, Ilham Ramadhan, dan Paus plat AE yang telah membantu penulis dalam pengerjaan tugas akhir ini.
9. Devi Intan Arista, Gendukku yang selalu menemani dari awal SMA hingga kuliah, menyemangati, dan teman berbagi semua hal.

10. Seluruh teman-teman Departemen Teknik Instrmentasi ITS angkatan 2015 yang telah membantu memberi semangat dan motivasi.
11. Keluarga BEM Vokasi, khususnya Departemen Sosmas yang selalu menyemangati dan menguatkan penulis.
12. Keluarga ITS EXPO, khususnya kompetisi 2017 yang menyemangati penulis.
13. Semua pihak yang membantu selama pengerjaan Tugas Akhir yang tidak dapat penulis sebutkan satu per satu.

Terlepas dari semua itu, penulis menyadari sepenuhnya bahwa masih banyak kekurangan pada laporan Tugas Akhir ini, oleh karena itu kritik dan saran sangat dibutuhkan untuk perbaikan. Akhir kata penulis berharap semoga laporan Tugas Akhir ini dapat bermanfaat bagi semua khususnya untuk mengurangi resiko bencana alam di Indonesia.

Surabaya, Mei 2018

Penulis

DAFTAR ISI

HALAMAN JUDUL.....	i
LEMBAR PENGESAHAN.....	iii
<i>Abstrak</i>	v
<i>Abstract</i>	vi
KATA PENGANTAR.....	vii
DAFTAR ISI	ix
DAFTAR GAMBAR	xi
BAB I.....	1
1.1 Latar Belakang.....	1
1.2 Rumusan Masalah	3
1.3 Tujuan	3
1.4 Batasan Masalah	3
1.5 Manfaat.....	3
BAB II.....	5
TINJAUAN PUSTAKA.....	5
2.1 Solar Tracking	5
2.2 Sensor	6
2.3 Motor Stepper.....	8
2.4 Gearbox	10
2.5 Rantai dan Roda Gigi	11
2.6 Water Displacement	13
.....	13
2.7 Torsi	13
2.8 Patahan	14
2.9 Unbalance	15
BAB III	17
3.1 Diagram Alir.....	17
3.2 Desain Panel Surya dengan sensor LDR.....	19
3.3 Desain Tracking.....	20
3.4 Pemilihan As pada kerangka.....	21
3.5 Desain 2D	22
3.6 Desain 3D	23
3.7 Desain secara keseluruhan	25
3.8 Penentuan Material pada Penyangga	26
3.9 Unbalance	26

BAB IV	27
4.1 Hasil dan Pembahasan	27
BAB V	39
5.1 Kesimpulan.....	39
5.2 Saran.....	39
DAFTAR PUSTAKA	40

DAFTAR GAMBAR

Gambar 2.1 Panel Surya bertingkat	6
Gambar 2.2 Ilustrasi Pergerakan Panel Surya.....	6
Gambar 2.3 Diagram Blok Sensor	7
Gambar 2.4 Sensor LDR	7
Gambar 2.5 Motor Stepper dengan lilitan unipolar	9
Gambar 2.6 Motor Stepper dengan lilitan bipolar	10
Gambar 2.7 Gearbox Reducer WPA 120 ratio 1:60	11
Gambar 2.8 Rantai dan Roda Gigi.....	12
Gambar 3.1 Blok Diagram Keseluruhan Sistem	17
Gambar 3.2 Flowchart kegiatan.....	18
Gambar 3. 3 peletakan sensor LDR dalam panel surya	20
Gambar 3. 4 Panel Surya	20
Gambar 3. 6 Sproket yang di pasang di tracking panel surya	21
Gambar 3. 7 Chain tipe 0.8 B	21
Gambar 3. 8.....	22
Gambar 3. 9.....	23
Gambar 3. 10 Desain penyangga pada tracking panel surya.....	24
Gambar 3. 11 Desain tracking panel surya tampak depan	24
Gambar 3. 12 Desain tracking panel surya tampak samping	25
Gambar 3. 13 Desain keseluruhan tracking panel surya	25
Gambar 4. 1 Kerangka panel surya.....	27

BAB I

PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Dari tahun ke tahun, konsumsi energi di Indonesia mengalami peningkatan. Nilai ketahanan energi Indonesia tahun 2014 menggunakan AHP (*Analytical Hierarchy Process*) adalah 5,82 sehingga masih tergolong rendah. Penilaian tersebut dinilai berdasarkan aspek 4A (*Availability, Accesibility, Affordability, dan Acceptability*) yang terdiri dari 20 indikator ketahanan energi [1]. Kenaikan energi rata-rata per tahun meningkat 6,80 persen selama periode tahun 2007 hingga 2011 [2]. Sumber energi di Indonesia sangat banyak, meliputi batu bara, minyak bumi, dan sejenisnya. Salah satu jenis energi yang saat ini banyak dikembangkan dan sumbernya tidak akan pernah habis adalah Renewable Energi. Energi terbarukan dibedakan berdasarkan energi sumbernya antara lain energi angin, energi surya, mikrohidro, dan lain-lain. Salah satu energi di Indonesia yang cocok diterapkan dan dikembangkan adalah energi surya, dimana energi ini mempunyai potensi sebesar 4,80 kWh/m² /hari. [3] berdasarkan potensi tersebut, salah satu langkah yaitu memanfaatkan energi matahari sebagai sumber energi menjadi sel surya. Sel Surya adalah suatu perangkat atau komponen yang dapat mengubah energi cahaya matahari menjadi energi listrik dengan menggunakan prinsip efek Photovoltaic. [4] Efek Photovoltaic adalah suatu fenomena dimana munculnya tegangan listrik karena adanya hubungan atau kontak dua elektroda yang dihubungkan dengan sistem padatan atau cairan saat mendapatkan energi cahaya. [4]

Sel surya telah berkembang pesat di Indonesia. Namun, kebanyakan panel surya dipasang permanen dengan sudut elevasi yang tetap (*fixed elevating angles*). Hal ini menyebabkan panel surya tidak dapat menyerap radiasi matahari secara optimal karena matahari selalu bergerak, yaitu dalam arah timur-barat (disebut gerak semu harian matahari). Penyerapan radiasi matahari akan optimal jika arah radiasi matahari tegak lurus terhadap permukaan bidang panel surya

yang mampu menghasilkan energi sebesar $1\text{KW}/\text{m}^2$. Oleh sebab itu, diperlukan upaya untuk mengarahkan permukaan panel surya agar selalu tegak lurus terhadap cahaya matahari dengan alat penggerak aktif yang dapat bergerak mengikuti gerak arah matahari. Metode untuk mengarahkan panel surya agar selalu mengikuti arah gerak matahari itu dikenal sebagai metode penjejakan arah gerak matahari [5] Alat yang digunakan untuk mengikuti arah gerak matahari dikenal sebagai solar tracker. Arah gerak matahari tersebut dapat diikuti dengan mengindra perubahan arah cahaya yang dipancarkannya.

Institut Teknologi Sepuluh Nopember (ITS) merupakan perguruan tinggi yang tepat untuk penelitian. Departemen Teknik Instrumentasi juga sedang melakukan penelitian *Smart Classroom* sebagai pemanfaatan energi terbarukan. *Smart Classroom* ini merupakan sebuah ruang kelas yang disuplai energi terbarukan tanpa tenaga dari PLN. Oleh karena itu dibuat tugas akhir tentang pemanfaatan energi dari photovoltaic sebagai sumber energi tanpa menggunakan tenaga dari PLN dalam *smart class room*. Adapun daya dalam kelas memiliki rincian 36 Watt lampu sebanyak 10 buah totalnya 360 Watt , 2055 Watt AC 1 buah, dan 648 Watt proyektor sebanyak 1 buah. sehingga total daya yang dihasilkan sebesar 4400 Watt 220 V 2x10 A. Salah satu sumber tenaga dari smart classroom ini adalah photovoltaic, dalam hal ini akan direaliasasikan 500 Watt 220V 3A.

Penelitian sebelumnya yang dilakukan oleh S. Sumatupang, B. Susilo dan M. B. Hermanto [6] dan A. Gunawan dan R. D. Rahayani [7] tentang sistem panel surya menggunakan dual axis dengan satu tingkatan panel surya. Pada penelitian ini lebih memilih efisiensi tempat dengan hasil yang lebih maksimal dari desain penelitian sebelumnya. Sistem mekanik ini kemudian diintegrasikan pada panel surya. Hal tersebut yang menjadi latar belakang penelitian ini, dimana dirancang sistem mekanik penggerak dual axis dengan menggunakan sensor LDR yang dapat menggerakkan panel surya ke kanan, ke kiri, naik, dan turun. Maka dari itu, pada penelitian ini penulis mengangkat judul "*Rancang*

Bangun Sistem Penggerak Panel Surya Dual Axis pada Smart Classroom”.

1.2 Rumusan Masalah

Permasalahan dalam tugas akhir ini adalah bagaimana merancang sistem penggerak panel surya dual axis sebagai sumber energi smart class room dengan struktur kerangka yang kuat.

1.3 Tujuan

Tujuan yang ingin dicapai dalam tugas akhir ini yaitu untuk merancang sistem penggerak panel surya dual axis pada *smart room*.

1.4 Batasan Masalah

Batasan ruang lingkup dari tugas akhir ini yaitu realisasi dengan beban daya 4400 Watt 220 V 2x10 A dengan hanya 1 dari 3 tingkatan yang terisi panel surya.

1.5 Manfaat

Manfaat dari tugas akhir ini di harapkan penulis bisa di aplikasikan di dunia nyata sebagai sumber energi mandiri yang akan diterapkan pada *Smart Class Room* Departemen Teknik Instrumentasi.

Halaman ini sengaja dikosongkan

BAB II

TINJAUAN PUSTAKA

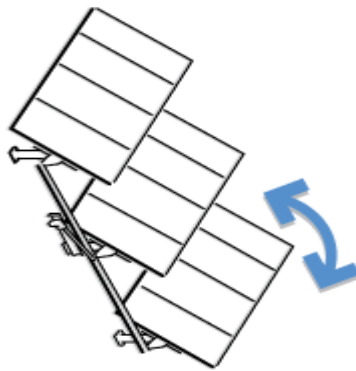
2.1 Solar Tracking

Solar tracking merupakan rangkain control yang mampu mendeteksi dan mengikuti arah matahari agar solar cell selalu tegak lurus dengan matahari supaya intensitas matahari yang diterima sel surya optimum dengan cara mengatur gerakan motor. Prinsip sistem kendali ini adalah menjejak pergerakan sinar matahari dari matahari terbit sampai tenggelam agar panel selalu tegak lurus dengan matahari sehingga jumlah sinar yang diperoleh maksimal dan menghasilkan daya yang maksimal juga [8] Sistem kendali tracking sinar matahari merupakan salah satu pengembangan teknologi dalam rangka konservasi energi dengan memanfaatkan energi matahari. Sistem kendali tracking dibuat untuk diterapkan lebih lanjut pada sebuah perangkat panel surya sebagai alat pengumpul energi matahari sehingga posisi panel surya dinamis [9]

Pada penelitian ini menggunakan sumbu vertical. Sumbu rotasi untuk pelacak sumbu vertikal terhadap tanah. Pelacak ini berputar dari Timur ke Barat sepanjang hari. Pelacak semacam itu lebih efektif pada lintang tinggi daripada pelacak sumbu horisontal. Tata letak lapangan harus mempertimbangkan naungan untuk menghindari kerugian energi yang tidak perlu dan untuk mengoptimalkan pemanfaatan lahan. Juga pengoptimalan untuk pengepakan padat terbatas karena sifat shading selama setahun. Pelacak sumbu vertikal biasanya memiliki permukaan modul yang berorientasi pada sudut berkenaan dengan poros rotasi. Sebagai trek modul, ia menyapu kerucut yang berputar simetris di sekitar sumbu rotasi.



Gambar 2.1 Panel Surya bertingkat

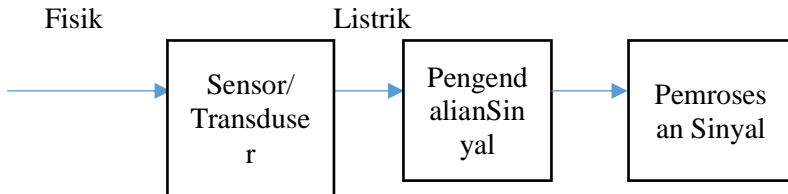


Gambar 2.2 Ilustrasi Pergerakan Panel Surya

2.2 Sensor

Sensor dan transduser pada dasarnya dapat di pandang sebagai sebuah perangkat atau device yang berfungsi mengubah suatu besaran fisik menjadi besaran listrik, sehingga keluarannya dapat diolah dengan rangkaian listrik atau sistem digital. Dewasa ini, hampir seluruh peralatan modern memiliki sensor di dalamnya.

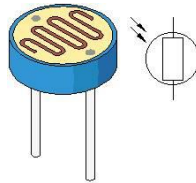
Dalam penelitian ini, akan digunakan sensor sinar sebagai salah satu divais penelitian tersebut



Gambar 2.3 Diagram Blok Sensor

Sensor sinar terdiri dari 3 kategori. Fotovoltaic atau sel solar adalah alat sensor sinar yang mengubah energi sinar langsung menjadi energi listrik, dengan adanya penyinaran cahaya akan menyebabkan pergerakan elektron dan menghasilkan tegangan. Demikian pula dengan Fotokonduktif (fotoresistif) yang akan memberikan perubahan tahanan (resistansi) pada sel-selnya, semakin tinggi intensitas cahaya yang terima, maka akan semakin kecil pula nilai tahanannya. Sedangkan Fotolistrik adalah sensor yang berprinsip kerja berdasarkan pantulan karena perubahan posisi/jarak suatu sumber sinar (inframerah atau laser) ataupun target pemantulnya, yang terdiri dari pasangan sumber cahaya dan penerima. [10]

Pada Penelitian ini menggunakan sensor LDR sebanyak 4 sensor dalam setiap satu panel surya. Sensor Cahaya LDR (Light Dependent Resistor) adalah jenis Resistor yang nilai hambatan atau nilai resistansinya tergantung pada intensitas cahaya yang diterimanya



Gambar 2.4 Sensor LDR

Cara kerja dari sensor ini adalah mengubah energi dari foton menjadi Elektron, umumnya satu foton dapat membangkitkan satu elektron. Sensor ini mempunyai kegunaan yang sangat luas salah satu yaitu sebagai pendeteksi cahaya pada tirai otomatis. Beberapa komponen yang biasanya digunakan dalam rangkaian sensor cahaya adalah LDR.

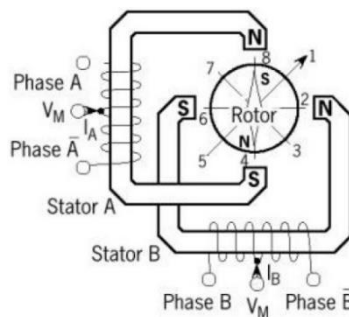
2.3 Motor Stepper

Motor stepper adalah perangkat elektromekanis yang bekerja dengan mengubah pulsa elektronis menjadi gerakan mekanis diskrit. Motor stepper bergerak berdasarkan urutan pulsa yang diberikan kepada motor. Karena itu, untuk menggerakkan motor stepper diperlukan pengendali motor stepper yang membangkitkan pulsa - pulsa periodik. Penggunaan motor stepper memiliki beberapa keunggulan dibandingkan dengan penggunaan motor DC lainnya. Keunggulannya antara lain adalah:

- Sudut rotasi motor proporsional dengan pulsa masukan sehingga lebih mudah diatur.
- Motor dapat langsung memberikan torsi penuh pada saat mulai bergerak.
- Posisi dan pergerakan repetisinya dapat ditentukan secara presisi.
- Memiliki respon yang sangat baik terhadap mulai, stop, dan berbalik (perputaran).
- Sangat realibel karena tidak adanya sikat yang bersentuhan dengan rotor seperti pada motor DC biasa.
- Dapat menghasilkan perputaran yang lambat sehingga beban dapat dikopel langsung ke porosnya.
- Frekuensi putaran dapat ditentukan secara bebas dan mudah pada range yang luas.
- Selain itu, motor stepper juga memiliki kelemahan, yaitu:
- Tidak adanya umpan balik untuk mengetahui terjadinya selisih step.
- Menghasilkan suara yang sangat berisik saat beroperasi.

- Torsi berkurang secara drastis seiring dengan bertambahnya kecepatan.
- Daya yang dihasilkan tidak sebanding dengan ukuran dan berat motor.
- Resolusi dan akurasi dapat diubah dengan mengganti motor stepper secara keseluruhan.
- Penggunaan arus listrik tidak sebanding dengan beban yang diberikan.

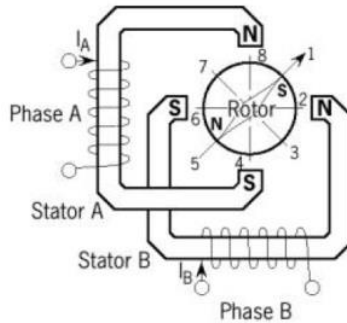
Berdasarkan metode perancangan rangkain pengendalnya, motor stepper dapat dibagi menjadi jenis unipolar dan bipolar. Rangkaian pengendali motor stepper unipolar lebih mudah dirancang karena hanya memerlukan satu switch / transistor setiap lilitannya. Untuk menjalankan dan menghentikan motor ini cukup dengan menerapkan pulsa digital yang hanya terdiri atas tegangan positif dan nol (ground) pada salah satu terminal lilitan (wound) motor sementara terminal lainnya dicatu dengan tegangan positif konstan (V_M) pada bagian tengah (center tap) dari lilitan Motor stepper dengan lilitan unipolar



Gambar 2.5 Motor Stepper dengan lilitan unipolar

Untuk motor stepper dengan lilitan bipolar, diperlukan sinyal pulsa yang berubah-ubah dari positif ke negatif dan sebaliknya. Jadi pada setiap terminal lilitan (A & B) harus dihubungkan dengan sinyal yang mengayun dari positif ke negatif dan sebaliknya. Motor stepper bipolar memiliki keunggulan dibandingkan dengan motor

stepper unipolar dalam hal torsi yang lebih besar untuk ukuran yang sama. [11]



Gambar 2.6 Motor Stepper dengan lilitan bipolar

2.4 Gearbox

Gearbox adalah perangkat mekanikal yang digunakan untuk meningkatkan torsi dan mengurangi kecepatan atau rpm dari motor. Dalam beberapa unit mesin memiliki sistem pemindah tenaga yaitu gearbox yang berfungsi untuk menyalurkan tenaga atau daya mesin ke salah satu bagian mesin lainnya, sehingga unit tersebut dapat bergerak menghasilkan sebuah pergerakan baik putaran maupun pergeseran. Gearbox merupakan suatu alat khusus yang diperlukan untuk menyesuaikan daya atau torsi dari motor yang berputar, dan gearbox juga adalah alat pengubah daya dari motor yang berputar menjadi tenaga yang lebih besar. Gearbox adalah salah satu komponen utama motor yang disebut sebagai sistem pemindah tenaga, transmisi berfungsi untuk memindahkan dan mengubah tenaga dari motor yang berputar, yang digunakan untuk memutar spindel mesin maupun melakukan gerakan feeding. Transmisi juga berfungsi untuk mengatur kecepatan gerak dan torsi serta berbalik putaran, sehingga dapat bergerak maju atau mundur. Transmisi manual atau lebih dikenal dengan sebutan gearbox, mempunyai beberapa fungsi antara lain :

1. Merubah momen puntir yang akan diteruskan ke spindel mesin.
2. Menyediakan rasio gigi yang sesuai dengan beban mesin.
3. Menghasilkan putaran mesin tanpa selip.



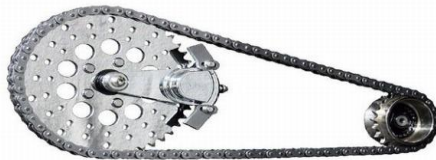
Gambar 2.7 Gearbox Reducer WPA 120 ratio 1:60

2.5 Rantai dan Roda Gigi

Rantai adalah komponen mesin yang kuat dan bisa diandalkan dalam menyalurkan daya melalui gaya tarik dari sebuah mesin. Rantai terutama digunakan dalam power transmission dan sistem konveyor. Rantai paling sering digunakan sebagai komponen hemat biaya dari mesin power transmission untuk beban berat dan kecepatan rendah. Rantai lebih sesuai untuk aplikasi tanpa henti dengan masa operasional jangka panjang dan penyaluran daya dengan fluktuasi torsi terbatas. Bagaimanapun juga, rantai juga bisa digunakan dalam kondisi berkecepatan tinggi, misalnya, di sepeda motor dan di penggerak camshaft mesin mobil. Sama fleksibelnya dengan belt dan sama positifnya dengan roda gigi, rantai menyediakan fleksibilitas desain, kenyamanan, daya tahan terhadap beban kejut, kesederhanaan pemasangan, dan keandalan yang tak tersamai.

Roda gigi adalah bagian dari mesin yang berputar yang berguna untuk mentransmisikan daya. Roda gigi memiliki gigi-gigi yang saling bersinggungan dengan gigi dari roda gigi yang lain. Dua atau lebih roda gigi yang bersinggungan dan bekerja bersama-sama disebut sebagai transmisi roda gigi, dan bisa menghasilkan keuntungan mekanis melalui rasio jumlah gigi. Roda gigi mampu

mengubah kecepatan putar, torsi, dan arah daya terhadap sumber daya. Tidak semua roda gigi berhubungan dengan roda gigi yang lain, salah satu kasusnya adalah pasangan roda gigi dan pinion yang bersumber dari atau menghasilkan gaya translasi, bukan gaya rotasi. Transmisi roda gigi analog dengan transmisi sabuk dan puli. Keuntungan transmisi roda gigi terhadap sabuk dan puli adalah keberadaan gigi yang mampu mencegah slip, dan daya yang ditransmisikan lebih besar. Namun, roda gigi tidak bisa mentransmisikan daya sejauh yang bisa dilakukan sistem transmisi roda dan puli kecuali ada banyak roda gigi yang terlibat di dalamnya. Ketika dua roda gigi dengan jumlah gigi yang tidak sama dikombinasikan, keuntungan mekanis bisa didapatkan, baik itu kecepatan putar maupun torsi, yang bisa dihitung dengan persamaan yang sederhana. Roda gigi dengan jumlah gigi yang lebih besar berperan dalam mengurangi kecepatan putar namun meningkatkan torsi.



Gambar 2.8 Rantai dan Roda Gigi

2.6 Water Displacement

Water Displacement atau biasa disebut WD adalah spray yang berfungsi untuk melonggarkan baut ataupun memuluskan kinerja dari benda yang macet. Selain itu WD dapat digunakan untuk menghilangkan kelembaban, melindungi busi, melumasi bagian penting dari suatu alat semisal rantai, gear, dll. WD ampuh untuk membersihkan kotoran aspal dan debu yang menempel pada benda semisal badan motor. WD juga dapat melindungi suatu bahan agar tidak mudah berkarat. Kegunaan WD begitu banyak, tak khayal WD hampir disetiap bengkel ataupun tempat pembelian bahan bangunan, barang ini tersedia untuk meringankan pekerjaan manusia dibidang pelumasan maupun pengawetan suatu alat atau benda agar tidak berkarat.

2.7 Torsi

Torsi adalah ukuran kemampuan mesin untuk melakukan kerja, jadi torsi adalah suatu energi. Besaran torsi adalah besaran turunan yang biasa digunakan untuk menghitung energi yang dihasilkan dari benda yang berputar pada porosnya. Adapun perumusan dari torsi adalah sebagai berikut. Apabila suatu benda berputar dan mempunyai besar gaya sentrifugal sebesar F , benda berputar pada porosnya dengan jari-jari sebesar b , dengan data tersebut torsinya adalah:

$$T = F \times d \text{ (N.m)}$$

dimana:

T = Torsi benda berputar (N.m)

F = adalah gaya sentrifugal dari benda yang berputar (N)

d = adalah jarak benda ke pusat rotasi (m)

Karena adanya torsi inilah yang menyebabkan benda berputar terhadap porosnya, dan benda akan berhenti apabila ada usaha melawan torsi dengan besar sama dengan arah yang berlawanan

Dari definisi disebutkan bahwa perkalian antara gaya dengan jaraknya adalah sebuah torsi, dengan definisi tersebut Torsi pada poros dapat diketahui dengan rumus:

$$T = w \times d \text{ (Nm)}$$

Dimana:

T = adalah torsi mesin (Nm)

w = adalah beban (N)

d= adalah jarak pembebanan dengan pusat perputaran (m)

Dari perhitungan torsi diatas dapat diketahui jumlah energi yang dihasilkan mesin pada poros. Jumlah energi yang dihasilkan mesin setiap waktunya adalah yang disebut dengan daya mesin. Kalau energi yang diukur pada poros mesin dayanya disebut daya poros.

2.8 Patahan

Sebuah benda apabila memiliki sebuah tegangan yang terlalu besar maka akan mengakibatkan patahan, sehingga perlu adanya perhitungan gaya pada kerangka dan menyesuaikan dengan bahan baku kerangka seperti besi, baja , alumunium dan banyak lagi bahan yang digunakan untuk kerangka

Nilai – nilai yang menyatakan gaya maksimum per satuan luas yang bisa ditahan benda yang mengalami salah satu dari ketiga jenis tegangan. Bagaimanapun, nilai – nilai tersebut hanya bersifat representative, dan nilai sebenarnya untuk menentukan material tertentu bisa sangat berbeda. Dengan demikian penting juga untuk mempertahankan “faktor aman” sebesar 3 – 10 atau lebih yaitu melebihi sepersepuluh atau sepertiga dari nilai tegangan

Secara umum perhitungan gaya yang diberikan kepada kerangka menggunakan diagram benda bebas menggunakan rumus

$$\sum \tau = 0$$

$$\sum F = 0$$

Setelah diketahui gaya yang dihasilkan oleh beban dengan cara mencari F_1 dengan persamaan 2.1 lalu mencari F_2 menggunakan persamaan 2.2 setelah itu akan ditemukan F_{maks} dan masukkan kedalam rumus

$$\frac{\sigma}{2} \geq \frac{F_{maks}}{A}$$

diketahui bahwa :

$\sum \tau$ = Jumlah Torsi

$\sum F$ = Jumlah Gaya

σ = Tegangan Tarik

F = Gaya Benda

F_{maks} = Gaya terbesar yang dihasilkan oleh beban

A = Luas Penampang

Bahan	Tegangan Tarik (N/m ²)	Tegangan Geser (N/m ²)
Besi	1000 x 10 ⁹	170 x 10 ⁶

2.9 Unbalance

Unbalance adalah kondisi di mana pusat massa tidak sesumbu dengan sumbu rotasi sehingga rotor mengalami gaya vibrasi terhadap *bearing* yang menghasilkan gaya sentrifugal. Ada beberapa faktor yang menyebabkan terjadinya *unbalance* yakni kesalahan saat proses pemesinan dan *assembly*, eksentrisitas komponen, adanya kotoran saat pengecoran, korosi dan keausan, distorsi geometri karena beban termal dan beban mekanik, serta penumpukan material. Karakteristik dari *unbalance* ini dapat diketahui dengan adanya amplitudo yang tinggi pada 1xRPM, Tetapi, adanya amplitudo pada 1xRPM tidak selalu *unbalance*, tanda lainnya adalah rasio amplitudo antara pengukuran arah horizontal dan vertikal kecil ($H/V < 3$). Ketika pada kondisi dominan *unbalance*, maka getaran radial (Horizontal dan Vertikal) akan secara normal jauh lebih tinggi dibandingkan *axial*. Pada pompa normal, getaran horizontal lebih tinggi dari vertikal. Amplitudo di 1x RPM secara normal $\geq 80\%$ dari amplitudo keseluruhan ketika masalah dipastikan *unbalance*.

Resonansi kadang–kadang dapat memperbesar efek dari *unbalance*. *Unbalance* juga dapat memberi kontribusi terbesar pada *loosness* (aus). Ketika *unbalance* lebih dominan daripada

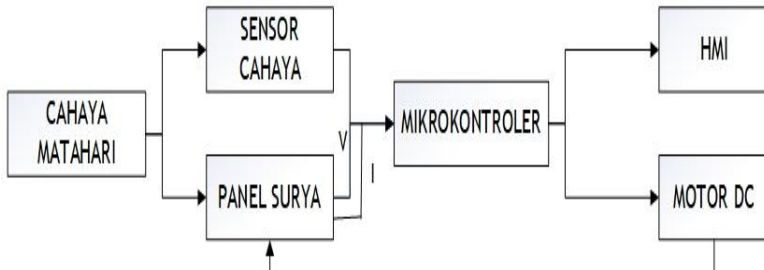
masalah yang lain, beda *fase* antara horizontal dan vertikal sekitar 90° ($\pm 30^\circ$) pada *bearing* yang sama. *Unbalance* pada motor biasanya tetap dan *fase* yang berulang di arah radial.

BAB III

METODOLOGI

3.1 Diagram Alir

Pada perancangan *smart classroom* ini memiliki beberapa bagian besar, yang digambarkan pada blok diagram system keseluruhan alat sebagai berikut:

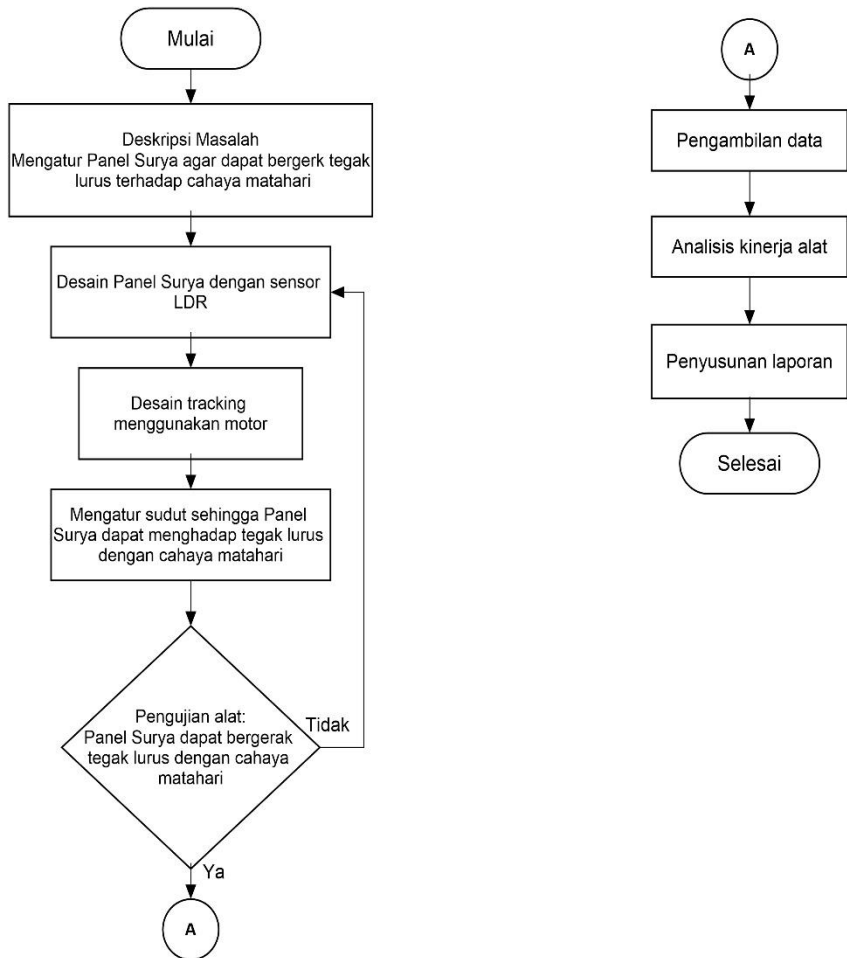


Gambar 3.1 Blok Diagram Keseluruhan Sistem

Dari blok diagram keseluruhan alat di atas terdapat panel surya sebagai bagian yang akan dibahas, dimana bagian tersebut merupakan desain penggerak dalam *tracking* dual axis.

Dalam pengerjaan tugas akhir ini terdapat beberapa aspek yang perlu diperhatikan. Tugas akhir ini membahas mengenai Desain Penggerak Panel Surya Dual Axis pada *Smart Classroom*. Pada tugas akhir ini, perlu diperhatikan untuk perhitungan yaitu perhitungan desain pada kerangka panel surya, pengunci pada penggerak, berat beban PV yang nantinya akan disangga oleh kerangka, transmisi motor, dan efisiensi desain yang akan diaplikasikan pada *solar tracker*.

Berikut ini merupakan *flowchart* pembuatan Desain Penggerak Panel Surya Dual Axis pada *Smart Classroom*.



Gambar 3.2 Flowchart kegiatan

A. Deskripsi Masalah

Energi matahari akan lebih banyak diserap ketika solar cell berhadapan langsung dengan matahari, dalam artian posisi solar cell harus tegak lurus dengan cahaya datang. Dari situ efektivitas solar cell dalam menghasilkan daya yang lebih besar lebih mudah didapat. Pada penelitian kali ini dilakukan untuk mengatur panel surya agar dapat bergerak tegak lurus terhadap cahaya. Energi matahari akan lebih banyak diserap ketika *solar cell* saat berhadapan langsung dengan pancaran sinar matahari, dalam artian posisi *solar cell* harus tegak lurus dengan cahaya yang datang. Dari kondisi ini, efektivitas *solar cell* dalam menghasilkan daya yang lebih besar. Dari hal tersebut dilakukan Tahap selanjutnya merupakan menentukan perhitungan orientasi sudut matahari yang akan digunakan untuk acuan peletakan modul panel surya.

B. Desain Tracking

Dalam desain tracking ini dibuat agar panel surya dapat bergerak tegak lurus dengan arah datangnya cahaya matahari. Selain itu juga dibutuhkan perhitungan efektifitas kerja motor dengan beban dari kerangka.

C. Analisa Data

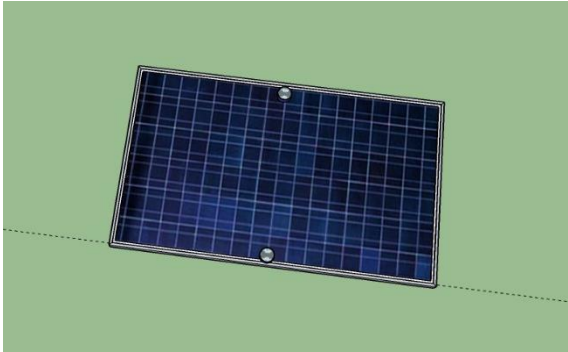
Data yang telah diperoleh dari proses sebelumnya kemudian diolah dan dianalisis untuk mengetahui performansi sistem panel surya akan dievaluasi melalui kurva I-V karakteristik modul panel surya yang dihasilkan. Selanjutnya hasil penelitian disusun dan dilaporkan dalam bentuk buku laporan Tugas Akhir .

D. Penyusunan laporan

Pembuatan laporan dilakukan setelah seluruh tahap terselesaikan sehingga hasil yang diperoleh dari pembuatan alat dapat dijelaskan secara rinci dan spesifik sesuai dengan data-data yang diperoleh.

3.2 Desain Panel Surya dengan sensor LDR

Dalam sistem tracking juga dibutuhkan peletakan sensor LDR agar dapat menerima resistansi yang diterima sesuai dengan yang diinginkan. Berikut desain peletakan sensor LDR di panel surya.



Gambar 3. 3 peletakan sensor LDR dalam panel surya

Sensor LDR diletakkan dibagian atas dan bawah agar resistansi yang diterima bisa maksimal. Dengan menggunakan dua sensor LDR yang diletakkan di masing-masing panel surya bagian timur dan barat agar resistansi yang diterima dapat diserap maksimum.

3.3 Desain Tracking

Desain tracking ini dibagi menjadi tiga tahapan. Yaitu mengukur ukuran panel surya. Setelah itu desain bagian tracking panel surya, desain bagian kerangka penyangga, dan desain secara keseluruhan. Adapun desain dari tracking adalah sebagai berikut:



Gambar 3. 4 Panel Surya

Selain itu juga dibutuhkan chain dan sprocket untuk menggerakkan ketiga panel surya agar bisa bergerak secara bersamaan. Adapun sprocket yang dipakai adalah sprocket yang memiliki 18 buah gigi sejumlah 5 buah. Chain digunakan dengan jarak masing-masing antar sprocket 75cm. Berikut adalah gambar dari sprocket yang dipasang dalam desain tracking panel surya



Gambar 3. 5 Sproket yang di pasang di tracking panel surya

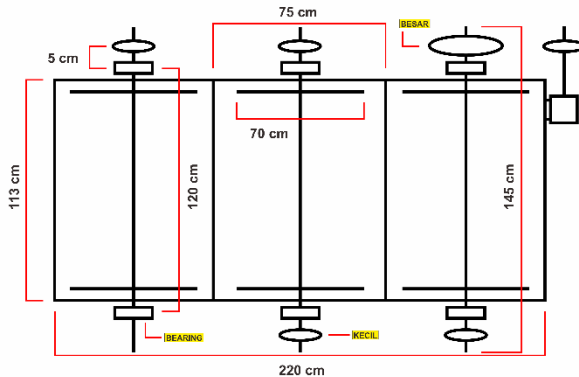


Gambar 3. 6 Chain tipe 0.8 B

3.4 Pemilihan As pada kerangka

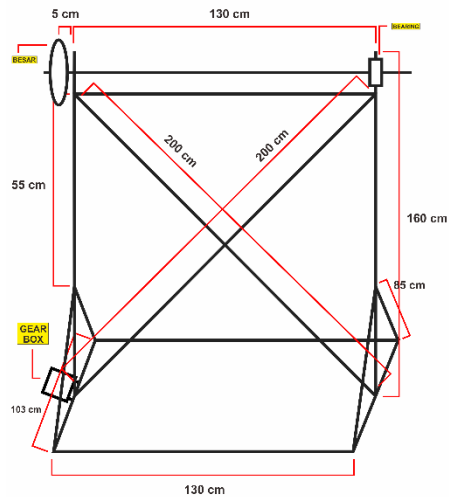
3.5 Desain 2D

Pada Gambar berikut menunjukkan gambar 2D proyeksi samping beserta ukurannya yang bertujuan untuk memberikan detail pada rancang bangun pada penggerak panel surya dual axis



Gambar 3. 7 kerangka penyangga panel surya

Pada gambar di atas terdapat detil ukuran yang didesain untuk membuat alat penggerak panel surya dual axis pada smart class room. Desain tersebut merupakan desain pada penggerak panel surya yang direncanakan akan dipasang tiga panel surya. Namun, pada realisasinya akan dipasang satu panel surya yang diletakkan di tengah.

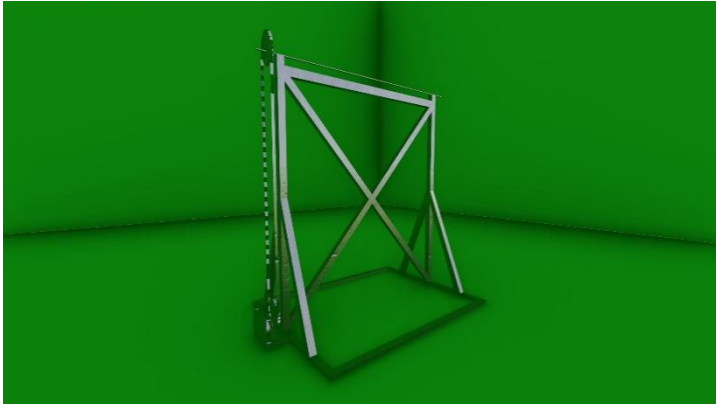


Gambar 3. 8 kerangka penyangga bawah

3.6 Desain 3D

a) Desain tracking penyangga

Konstruksi mekanik dirancang dengan pergerakan dual axis untuk memudahkan dalam pergerakan panel surya dalam perolehan optimasi daya terhadap matahari. Konstruksi mekanik ini dapat bergerak dari timur ke barat. Berikut merupakan desain penyangga pada tracking panel surya:



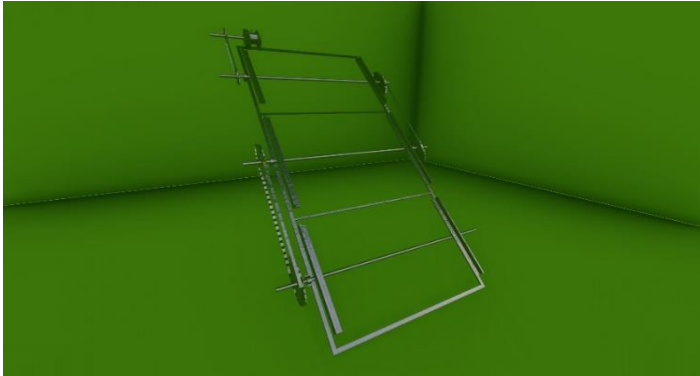
Gambar 3. 9 Desain penyangga pada tracking panel surya

b) Desain Tracking Panel Surya

Berikut merupakan desain tracking panel surya dalam tugas akhir ini:



Gambar 3. 10 Desain tracking panel surya tampak depan



Gambar 3. 11 Desain tracking panel surya tampak samping

3.7 Desain secara keseluruhan

Setelah mendapatkan desain dari tracking panel surya dan penyangga, maka kedua desain tersebut digabungkan. Berikut penggabungan dari kedua desain tersebut:



Gambar 3. 12 Desain keseluruhan tracking panel surya

Berdasarkan gambar 3.13 yaitu penggabungan dari gambar 3.10 dan 3.11 yang sudah lengkap. Dari gambar tersebut penggabungan dilakukan dengan memasang baut. Untuk penggabungan pergerakan dari rangka penyangga dan pangka panel surya, digunakan rantai sebagai penyambung pergerakannya.

3.8 Penentuan Material pada Penyangga

Material penyangga panel surya menggunakan as yang memiliki diameter sesuai dengan standar. Adapun standar yang digunakan yaitu berdasarkan perhitungan tensile strength dengan persamaan (2.7) sebagai berikut:

$$\frac{\sigma}{2} \geq \frac{F_{maks}}{A} \dots\dots\dots (3.1)$$

Material yang digunakan yaitu as berbahan besi yang memiliki nilai:

Bahan	Tegangan Tarik (N/m ²)
Besi	1000 x 10 ⁹

3.9 Unbalance

Pada penentuan unbalance motor digunakan pengukuran vibrasi dalam kerangka dalam cara kerjanya Laptop dengan *SoftwareSound and Vibration Assistant* dan MatLab, DAQ *National Instrument*, dan *Accelerometer*. Akan digunakan juga sodrware matlab untuk mendapatkan hasil grafik

BAB IV

HASIL DAN PEMBAHASAN

4.1 Hasil dan Pembahasan

Hasil dari aktualisasi desain yang diinginkan yaitu pembuatan penggerak panel surya. Dalam pembuatan penggerak panel surya dibagi menjadi dua tahapan. Tahapan pertama dilakukan pembuatan kerangka atas sebagai tempat diletakkan panel surya. Selanjutnya dilakukan pembuatan kerangka bawah sebagai penyangga kerangka atas.



Gambar 4. 1 Kerangka panel surya

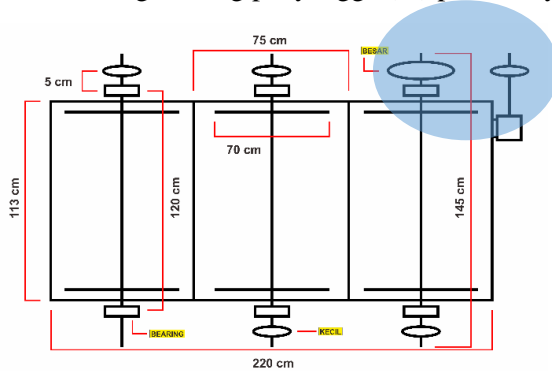
Gambar 4.1 merupakan kerangka atas sebagai tempat diletakkannya panel surya. Dalam aktualisasinya, diletakkan hanya satu panel surya.



Gambar 4. 2 Kerangka keseluruhan

Gambar 4.2 merupakan kerangka keseluruhan. Gambar kiri adalah kerangka yang telah diletakkan PV yang berada di tengah. Pada pembuatan ini terdapat beberapa perhitungan yang dibutuhkan untuk mendapatkan kerangka yang sesuai standar. Adapun perhitungannya sebagai berikut:

4.1.1 Menghitung daya dan gaya yang dibutuhkan dalam rangka panel surya Berdasarkan gambar 3.8 akan dihitung gaya yang ada di masing-masing penyangga (as) panel surya.



Gambar 4. 3 kerangka motor atas

Keterangan	Nilai
Diameter Sproket Motor (d_m)	0,07 cm
Diameter Sproket (d_s)	0,16 cm
$D_m : d_s$	1 : 2
Kecepatan Motor maksimal ($V_m \text{ max}$)	3000 rpm
Torsi Motor (T_m)	16 Nm
Sudut α	60°
Massa (m)	8 kg

Pada perhitungan pergerakan motor, dihitung kecepatan sudut untuk mengetahui kebutuhan kecepatan motor. Digunakan rasio 1:2 untuk perbandingan sprocket agar dapat menurunkan rpm dari motor yang bergerak. Berikut adalah perhitungan dari omega motor maksimum yang dapat dihasilkan oleh motor (ω_m)

$$\omega_m = \frac{v_{max}}{rm}$$

$$\omega_m = \frac{3000 \text{ rpm}}{0,035 \text{ m}}$$

$$\omega_m = 85.714 \text{ rad/m}^2$$

Penentuan daya max (P_{max}) dapat dilakukan karena telah diketahui omega motor (ω_m)

$$P_{max} = T \cdot \omega$$

$$P_{max} = 16 \text{ Nm} \cdot 85.714 \text{ rad/m}^2$$

$$P_{max} = 1.371.424 \text{ Watt} \cdot \frac{2\pi}{60000}$$

$$P_{max} = 71 \text{ kW}$$

Setelah itu, dilakukan perhitungan untuk mengetahui gaya maksimum yang dibutuhkan (F_m) yaitu:

$$T = F \cdot r$$

$$T = F \cdot r = F_m \cdot r_m$$

$$F_m = \frac{r}{r_m} F$$

$$F_m = \frac{T}{r_m}$$

$$F_m = \frac{16 \text{ Nm}}{0,035 \text{ m}}$$

$$F_m = 457 \text{ N}$$

Untuk mencari T minimum dapat diperoleh hasil:

$$T = F \cdot \sin \alpha \frac{l}{4}$$

$$T = 8 \cdot 9,8 \cdot \sin 60 \frac{0,67}{4}$$

$$T = 11,42 \text{ Nm}$$

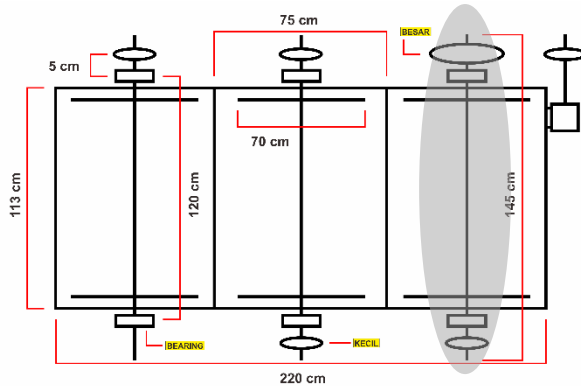
Karena poros berada di tengah, maka didapatkan

$$T_{\text{total}} = 2 \cdot T$$

$$T_{\text{total}} = 2 \times 11,42$$

$$T_{\text{total}} = 22,84 \text{ Nm}$$

4.1.2 Menghitung tensile strength pada penyangga panel surya



Gambar 4. 4 kerangka as

Keterangan	Nilai
Diameter Sproket Motor (d_m)	0,07 m
Diameter Sproket (d_s)	0,16 m
Torsi Motor (T_m)	16 Nm
Jarak bearing ke sprocket (x, z)	0,07 m
Jarak antar bearing (y)	1,2 m

Untuk penentuan tensile strength dilakukan perhitungan sebagai berikut:

F_s = gaya pada sprocket

F_m = gaya pada motor

$$F_s = \frac{T_{motor}}{r_s}$$

$$F_s = \frac{16 \text{ Nm}}{0,08 \text{ m}}$$

$$F_s = 200 \text{ N}$$

$$F_m = \frac{T_{motor}}{r}$$

$$F_m = \frac{16}{0,035}$$

$$F_m = 457 \text{ N}$$

Dari itu akan dimasukkan rumus:

$$\Sigma M_a = 0$$

$$2 F_i \cdot x \cdot -B_y \cdot y + 2 F_2 \cdot (z + y) = 0$$

$$2 \cdot 200 \cdot 0,07 - B_y \cdot 1,2 + 2 \cdot 457 \cdot (7 + 1,2) = 0$$

$$12829,6 = B_y$$

$$\Sigma M_b = 0$$

$$2 F_2 \cdot z \cdot -A_y \cdot y + 2 F_i \cdot (x + y) = 0$$

$$2 \cdot 457 \cdot 0,07 - A_y \cdot 1,2 + 2 \cdot 200 \cdot (0,07 + 1,2) = 0$$

$$584,78 = A_y$$

Dari perhitungan di atas didapatkan nilai B_y dan A_y , bahwa nilai B_y lebih besar dari nilai A_y . Maka:

$$\frac{\sigma_{Tarik}}{2} \geq \frac{B_y}{A}$$

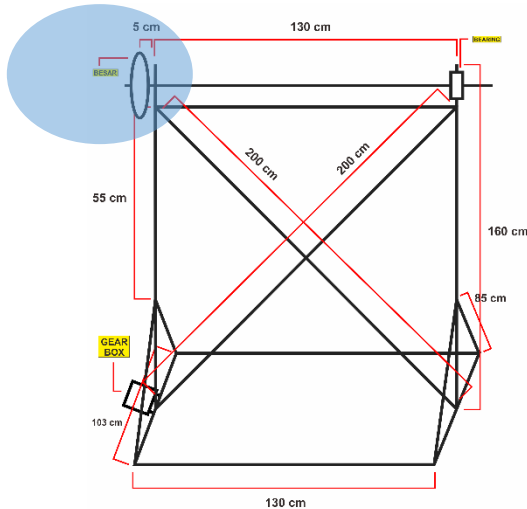
$$\frac{10x \cdot 10^8}{2} \geq \frac{12829,6}{6,28 \cdot r^2}$$

$$R^2 \geq 0,817 \cdot 10^{-5}$$

Dari perhitungan tersebut, didapatkan perhitungan yang sesuai dengan kenyataan bahwa diameter as penyangga memiliki diameter 16mm yaitu sama dengan $r^2 = 0,64 \times 10^{-4}$

$$0,64 \times 10^{-4} \geq 0,817 \cdot 10^{-5}$$

4.1.3 Menghitung daya dan gaya yang dibutuhkan dalam rangka penyangga



Gambar 4. 5 motor kerangka bawah

Diketahui:

Keterangan	Nilai
Diameter Sproket Motor (dm)	7 cm
Diameter Sproket (d3)	16 cm
Sudut α	30
Ea (V)	24 V
Ia (I)	1 A
Torsi (T)	16Nm
kecepatan max motor (Vmax)	194 rpm
Massa (m)	35 kg
L (panjang lengan)	2,2 m

Jarak sprocket 1 ke 2 (r)	75 cm
Panjang chain kecil (l)	89 cm
Jumlah gigi sprocket	18

Pada perhitungan pergerakan motor, dihitung kecepatan sudut untuk mengetahui kebutuhan kecepatan motor. Digunakan rasio 1:2 untuk perbandingan sprocket agar dapat menurunkan rpm dari motor yang bergerak. Pada desain motor dalam rangka besar ini digunakan gearbox 1:60. Sebelum menghitung omega pada motor, dihitung perbandingan rasio pada gearbox.

$$V_s = V_{max} : i$$

$$V_s = 194 \text{ rpm} : 60$$

$$V_s = 3,23 \text{ rpm}$$

Kemudian dihitung omega dari motor:

$$\omega_m = \frac{V_s}{r_m}$$

$$\omega_m = \frac{3,23 \text{ rpm}}{0,035 \text{ m}}$$

$$\omega_m = 92,38 \text{ rad/m}^2$$

Penentuan daya max (P_{max}) dapat dilakukan karena telah diketahui omega motor (ω_m)

$$P_{max} = T \cdot \omega$$

$$P_{max} = 16Nm \cdot 92,38 \text{ rad/m}^2$$

$$P_{max} = 1.478,08 \text{ Watt} \cdot \frac{2\pi}{60000}$$

$$P_{max} = 0,077 \text{ kW}$$

Setelah itu, dilakukan perhitungan untuk mengetahui gaya maksimum yang dibutuhkan (F_m) yaitu:

$$T = F \cdot r$$

$$T = F \cdot r = F_m \cdot r_m$$

$$F_m = \frac{r}{r_m} F$$

$$F_m = \frac{T}{r_m}$$

$$F_m = \frac{16 \text{ Nm}}{0,035 \text{ m}}$$

$$F_m = 457 \text{ N}$$

Untuk mencari T minimum dapat diperoleh hasil:

$$T = F \cdot \sin \alpha \frac{i}{4}$$

$$T = 25 \cdot 9,8 \cdot \sin 30 \frac{2,2}{4}$$

$$T = 67,3 \text{ Nm}$$

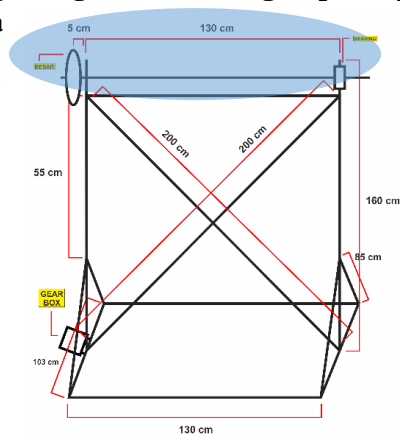
Karena poros berada di tengah, maka didapatkan

$$T_{\text{total}} = 2 \cdot T$$

$$T_{\text{total}} = 2 \times 67,3$$

$$T_{\text{total}} = 134,6 \text{ Nm}$$

4.1.4 Menghitung tensile strength pada penyangga panel surya



Keterangan	Nilai
Diameter Sproket Motor (d_m)	0,07 m
Diameter Sproket (d_s)	0,16 m
Torsi Motor (T_m)	16 Nm
Jarak bearing ke sproket (x, z)	0,07 m
Jarak antar bearing (y)	1,2 m

Untuk penentuan tensile strength dilakukan perhitungan sebagai berikut:

F_s = gaya pada sprocket

F_m = gaya pada motor

$$F_s = \frac{T_{motor}}{r_s}$$

$$F_s = \frac{16 \text{ Nm}}{0,08 \text{ m}}$$

$$F_s = 200 \text{ N}$$

$$F_m = \frac{T_{motor}}{r}$$

$$F_m = \frac{16}{0,035}$$

$$F_m = 457 \text{ N}$$

Dari itu akan dimasukkan rumus:

$$\Sigma M_a = 0$$

$$2 F_i \cdot x - B_y \cdot y + 2 F_2 \cdot (z + y) = 0$$

$$2 \cdot 200 \cdot 0,07 - B_y \cdot 1,2 + 2 \cdot 457 \cdot (0,07 + 1,2) = 0$$

$$12829,6 = B_y$$

$$\Sigma M_b = 0$$

$$2 F_2 \cdot z - A_y \cdot y + 2 F_i \cdot (x + y) = 0$$

$$2 \cdot 457 \cdot 0,07 - A_y \cdot 1,2 + 2 \cdot 200 \cdot (0,07 + 1,2) = 0$$

$$584,78 = A_y$$

Dari perhitungan di atas didapatkan nilai B_y dan A_y , bahwa nilai B_y lebih besar dari nilai A_y . Maka:

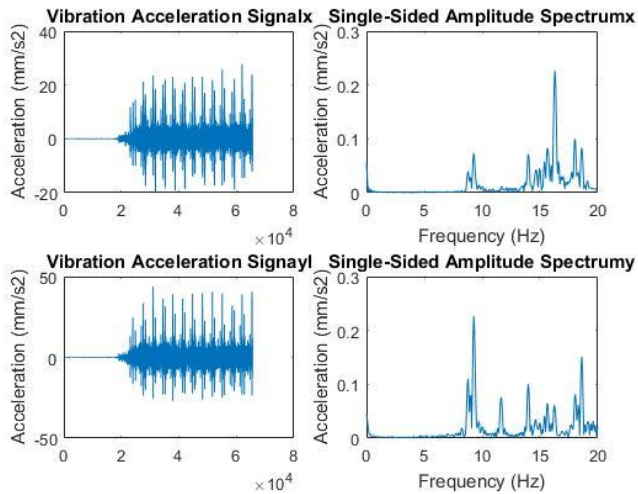
$$\begin{aligned}\frac{\sigma_{Tarik}}{2} &\geq \frac{B_y}{A} \\ \frac{10 \times 10^8}{2} &\geq \frac{12829,6}{6,28 \cdot r^2} \\ R^2 &\geq 0,817 \cdot 10^{-5}\end{aligned}$$

Dari perhitungan tersebut, didapatkan perhitungan yang sesuai dengan kenyataan bahwa diameter as penyangga memiliki diameter 16mm yaitu sama dengan $r^2 = 0,64 \times 10^{-4}$

$$0,64 \times 10^{-4} \geq 0,817 \cdot 10^{-5}$$

4.1.5 Pengukuran Unbalance

Pada pengukuran unbalance dilakukan dua kali pengambilan data. Adapun sensor yang diletakkan yaitu pada sumbu axial dan radial. Pada percobaan kali ini diambil dan didapatkan data yaitu sebagai berikut:



Gambar 4. 7 FFT pada kerangka yang diukur

Pada grafik tersebut didapatkan data bahwa 1x RPM berarti 194 RPM pada motor tidak menghasilkan peak, hal itu sama dengan $1 \times 194 \text{ RPM} \geq 80\%$. Berarti, pada motor dan kerangka PV tidak terjadi kerusakan dan layak untuk digunakan.

BAB V

PENUTUP

5.1 Kesimpulan

Dari beberapa percobaan atau pengujian yang telah dilakukan dapat disimpulkan bahwa perbandingan rasio 1:2 dipilih untuk menurunkan kecepatan motor dalam menggerakkan alat. Kekuatan patahan dalam pemilihan bahan telah sesuai dengan standar yang ditentukan yaitu $r^2 0,64 \times 10^{-4} \geq 0,817 \cdot 10^{-5}$. Pergerakan motor terhadap kerangka tidak terjadi masalah karena $1 \times 194 \text{ rpm} \geq 80\%$ sehingga panel surya dapat bergerak sesuai dengan arah gerak matahari dari timur ke barat.

5.2 Saran

Pada pengerjaan tugas akhir ini tentu terdapat berbagai macam kekurangan dan kelemahan, baik pada sistem maupun pada peralatan yang dibuat. Saran – saran untuk pengembangan tugas akhir ini adalah pemilihan komponen untuk membuat penggerak panel surya ini sebaiknya memilih komponen yang baru agar geraknya maksimal.

DAFTAR PUSTAKA

- [1] D. E. Nasional, Ketahanan Energi Indonesia 2014, Republik Indonesia, 2014.
- [2] P. Y. So, "Implementasi Kebijakan Konservasi Energi di Indonesia," *E-Journal Graduate Unpar*, vol. I, no. 1, pp. 2355-4266, 2014.
- [3] B. 2014, Outlook Energy Indonesia 2014, Jakarta: Pusat Teknologi Pengembangan Sumber Daya Energi BPPT, 2014.
- [4] A. Y. Dewi, "Pemanfaatan Energi Surya sebagai Suplai Cadangan pada Laboratorium Elektro Dasar di Institut Teknologi Pdang," *Jurnal Teknik Elektro*, vol. II, no. 3, p. 21, 2013.
- [5] Y. J. Huang, "The Design and Implementation of a Solar Tracking Generating Power System," *Engineering Letters*, vol. 4, p. 17, 2009.
- [6] S. Sumatupang, B. Susilo dan M. B. Hermanto, "Rancang Bangun dan Uji Coba Solar Tracker pada Panel Surya Berbasis Mikrokontroler ATmega16," *Jurnal Keteknikan Pertanian Tropis dan Biosistem*, pp. 55-59, 2013.
- [7] A. Gunawan dan R. D. Rahayani, "Perancangan Sistem Penggerak 2 Axis pada Sel Surya Berbasis Sensor Matahari," dalam *Seminar Nasional Teknologi Informasi, Komunikasi, dan Industri (SNTIKI) 7*, Pekanbaru, 2015.
- [8] I. Winarno dan F. Wulandari, "Solar Tracking System Single AXIS pada Solar Sel untuk Mengoptimalkan Daya dengan Metode Adaptive Neuro Fuzzy Inference System (ANFIS)," dalam *Seminar Nasional Sains dan Teknologi*, Fakultas Teknik Universitas Muhammadiyah Jakarta, 2017.
- [9] A. H. Kahfi, Firdaus dan M. H. Hersyah, "Rancang Bangun Sistem Kendali Tracking Sinar Matahari dengan Logika

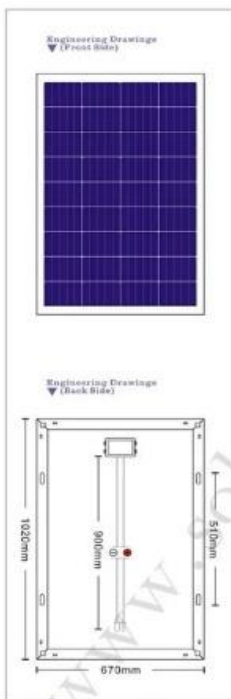
Fuzzy,” dalam *Seminar Nasional Teknologi Informasi dan Komunikasi Terapan (SEMANTIK)*, 2015.

- [10] S. T. M. T. Iwan Setiawan, Buku Ajar Sensor dan Transduser, Semarang: Sistem Komputer, Fakultas Teknik, Universitas Diponegoro, 2009.
- [11] K. Modern Control Technology:Components and Systems, Delmar, 2003.

Lampiran 1. Data sheet panel surya hunde 100wp



Technical Parameters



Electrical Parameters		Model	P100A35
Rated Maximum Power	100Wp		
Power Tolerance	0~+5W		
cell efficiency	17.2%		
Maximum Power Voltage (Vmp)	18.05V		
Maximum Power Current(Imp)	5.54A		
Open Circuit Voltage(Voc)	21.90V		
Short Circuit Current(Isc)	5.92A		
Mechanical Parameters			
Dimensions	1020*670*30mm		
weight	7.5Kg		
Cell Technology	Poly-Si 156*104mm/4*9		
Glass	3.2mm Tempered Glass		
encapsulation	EVA		
Backplane	Multilayer Composite		
Aluminum-frame	Silvery Anodized Aluminium Alloy		
Junction-box	IP65/IP67		
Cable	2.5mm ² 900mm		
Connector	MC4 and Mc4 Compatible		
Performance Parameters			
Maximum System Voltage	DC 700V		
Maximum Series Fuse Rating	10A		
Operating Temperature	-45~+80°C		
Temperature Coefficient of Isc	+0.06%		
Temperature Coefficient of Voc	-0.32%		
Temperature Coefficient of Pmp	-0.45%		
Maximum Load(Wind/Snow)	2400Pa/5400Pa		
Applications Class	Class A		
Package Parameters			
Package Configuration	2pcs/CTN		
Package Dimensions	1035*685*75mm		
Package Gross weight	16.5Kg		

STC: irradiance 1000W/m² Cell Temperature 25°C Spectrum AM 1.5

10-years 90% of Min. rated output power, and 25-years 80% of Min. rated output power warranty

we focus on new energy



Lampiran 2. Data tabel tensile strength

II.4 YIELD STRESS, σ_y , AND TENSILE STRENGTH, σ_s

12

	σ_y (MPa)	σ_s (MPa)
Metals		
Ferrous		
Cast Iron	215 • 790	350 • 1020
High Carbon Steels	420 • 1155	550 • 1340
Medium Carbon Steels	305 • 900	410 • 1200
Low Carbon Steels	250 • 395	345 • 580
Alloy Steels	400 • 1100	480 • 1200
Aluminum Alloys	100 • 350	150 • 450
Copper Alloys	30 • 800	59 • 550
Lead Alloys	8 • 14	12 • 20
Magnesium Alloys	70 • 400	185 • 475
Nickel Alloys	200 • 1000	300 • 1200
Titanium Alloys	250 • 1200	300 • 1200
Zinc Alloys	80 • 450	135 • 530
Ceramics		
Glasses		
Borosilicate Glass (*)	284 • 384	22 • 32
Glass Ceramic (*)	1150 • 1650	52 • 117
Pyrex Glass (*)	1150 • 1650	45 • 125
Soda-Lime Glass (*)	390 • 420	31 • 35
Brick (*)	50 • 140	7 • 14
Concrete, typical (*)	32 • 80	2 • 6
Stone (*)	34 • 240	5 • 35
Technical		
Aluminum Nitride (*)	1970 • 2700	197 • 270
Boron Carbide (*)	2553 • 6687	350 • 550
Silicon (*)	2200 • 3460	180 • 180
Silicon Carbide (*)	1000 • 5250	370 • 680
Silicon Nitride (*)	1500 • 3400	370 • 680
Tungsten Carbide (*)	3347 • 6830	370 • 550
Composites		
Metal		
Aluminum/Silicon Carbide	280 • 324	250 • 385
CFRP	550 • 1050	550 • 1050
GFRP	110 • 192	138 • 241
Polymer		
Natural		
Bamboo	35 • 44	38 • 45
Cork	0.3 • 1.5	0.5 • 2.5
Leather	5 • 10	20 • 28
Wood, typical (longitudinal)	50 • 70	100 • 100
Wood, typical (transverse)	2 • 6	4 • 9

(Data courtesy of Granta Design Ltd)

Polymers ¹	σ_y (MPa)	σ_s (MPa)
Elastomer		
Butyl Rubber	2 • 3	6 • 10
Isoprene (R)	12 • 18	10 • 20
Natural Rubber (NR)	20 • 25	20 • 25
Nitrile (CR)	20 • 30	22 • 32
Polyurethane Elastomers (ePU)	3.4 • 24	3.4 • 24
Polyethylene Elastomers	25 • 51	25 • 51
Thermoplastic		
ABS	18.5 • 15	27.6 • 55.9
Cellulose Polymers (CA)	25 • 45	25 • 50
Ionomer (I)	8.3 • 15.9	17.2 • 37.2
Nylon (PA)	50 • 94.9	90 • 195
Polyacetaldehyde (PC)	15 • 15	15 • 15
Polyethylene (PE)	17.9 • 29	20.7 • 44.8
PET	58.5 • 82.3	48.3 • 72.4
Acrylic (PMMA)	53.8 • 72.4	48.3 • 78.6
Acetal (POM)	58.9 • 72.4	50 • 75
Polycarbonate (PC)	58.9 • 72.4	50 • 75
Polypropylene (PP)	23.7 • 55.2	35.9 • 56.5
Polyurethane Thermoplastics (ePU)	40 • 53.8	31 • 82
PVC	35.4 • 52.1	40.7 • 65.1
Teflon (PTFE)	15 • 25	20 • 30
Thermoset		
Epoxy	35 • 45	40 • 50
Phenolics	27.8 • 49.7	34.5 • 63.1
Polyester	33 • 40	41.4 • 59.6
Polymer Foams		
Flexible Polymer Foam (VLD)	0.01 • 0.12	0.04 • 0.85
Flexible Polymer Foam (LD)	0.02 • 0.3	0.05 • 2.55
Flexible Polymer Foam (MD)	0.05 • 0.7	0.45 • 2.25
Rigid Polymer Foam (LD)	0.3 • 1.7	0.45 • 2.25
Rigid Polymer Foam (MD)	0.4 • 3.5	0.65 • 5.1
Rigid Polymer Foam (HD)	0.8 • 12	1.2 • 12.4

¹ For full names and acronyms of polymers – see Section V.(*) NB: For ceramics, yield stress is replaced by *compressive strength*, which is more relevant in ceramic design. Note that ceramics are of the order of 10 times stronger in compression than in tension.

Lampiran 3. Program dalam matlab

```

close all
clear
clc
x=load('POgv2.lvm');
y=x(:,2);
z=x(:,3)

Fs = 8000;                                % Sampling
frequency
T = 1/Fs;                                % Sample time
L = length(y);                            % Length of signal

NFFT = 2^nextpow2(L);
Y = fft(y,NFFT)/L;
Z = fft(z,NFFT)/L;
f = Fs/2*linspace(0,1,NFFT/2+1);

% Plot single-sided amplitude spectrum.
subplot(2,2,1)
plot(y)
title('Vibration Acceleration Signalx')
ylabel('Acceleration (mm/s2)')
subplot(2,2,2)
plot(f,2*abs(Y(1:NFFT/2+1)))
title('Single-Sided Amplitude Spectrumx')
xlabel('Frequency (Hz)')
ylabel('Acceleration (mm/s2)')
xlim([0 20])
subplot(2,2,3)
plot(z)
title('Vibration Acceleration Signayl')
ylabel('Acceleration (mm/s2)')
subplot(2,2,4)
plot(f,2*abs(Z(1:NFFT/2+1)))
title('Single-Sided Amplitude Spectrummy')
xlabel('Frequency (Hz)')
ylabel('Acceleration (mm/s2)')
xlim([0 20])

```

BIODATA PENULIS



Penulis lahir di Lamongan, 20 Agustus 1998 sebagai anak kelima dari lima bersaudara. Pendidikan formal yang telah ditempuh penulis adalah TK Muslimat Nurul Huda Sekaran Lamongan (2002-2003), MI Ma'arif NU Sekaran Lamongan (2003-2009), SMP Negeri 1 Maduran Lamongan (2009-2012), SMA 2 Lamongan (2012-2015). Kemudian penulis mengikuti seleksi program diploma regular pada tahun 2015 dan dinyatakan sebagai mahasiswa

Departemen Teknik Instrumentasi, Institut Teknologi Sepuluh Nopember. Semasa perkuliahan, penulis pernah menjabat sebagai staff Departemen Sosial Profesi (Sosprof) HMTF periode 2016-2017, Kabiرو Pengmas Departemen Sosmas BEM Vokasi 2018, dan asisten laboratorium Vibrasi dan Akustik Teknik Fisika ITS. Selain itu penulis juga pernah mengikuti sejumlah kepanitian seperti LKMM, EPW (Engineering Physics Week), Gerigi ITS, dan ITS Expo. Apabila pembaca tertarik berdiskusi terkait Tugas Akhir ini dapat mengirimkan email ke fiqiyazmii@gmail.com